



تأثیر سطوح مختلف کولین بر روند رشد، شاخص‌های بیوشیمیایی خون و ترکیب لاشه تاس ماهی سیبری جوان (*Acipenser baerii*)

محمد علی یزدانی ساداتی^{۱*}، میرحامد سیدحسینی^۲، محمودبهمنی^۳، محمود محسنی^۱، محمود شکوریان^۲، حمیدرضا پورعلی^۲، محسن پوراسدی^۴

- ۱- استادیار پژوهشی، مؤسسه بین‌المللی تحقیقات تاس‌ماهیان دریای خزر، رشت
- ۲- کارشناس ارشد شیلات، مؤسسه بین‌المللی تحقیقات تاس‌ماهیان دریای خزر، رشت
- ۳- دانشیار پژوهشی، مؤسسه بین‌المللی تحقیقات تاس‌ماهیان دریای خزر، رشت
- ۴- مربی، گروه تکثیر و پرورش، مرکز آموزش علمی کاربردی کشاورزی میرزا کوچک خان، رشت

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۲

* نویسنده مسئول مقاله: myazdanisadati@yahoo.com

چکیده:

تأثیر جیره‌های حاوی کولین در سطوح ۰، ۲، ۴ و ۸ گرم در کیلوگرم بر روند رشد، شاخص‌های بیوشیمیایی خون، ترکیب لاشه و چربی کبد تاس‌ماهی سیبری با وزن ابتدایی $37/67 \pm 0/67$ به مدت ۱۲ هفته در مخازن ۵۰۰ لیتری فایبرگلاس بررسی شد. بدین منظور جیره‌ای نیمه خالص با استفاده از کازئین عاری از ویتامین و گلوتن گندم به‌عنوان منبع پروتئینی، مخلوط روغن‌های گیاهی و جانوری به‌عنوان منابع چربی و دکسترین به‌عنوان منبع کربوهیدرات تهیه و سه بار در روز به ماهی خوراندند. چهار جیره آزمایشی از نظر میزان پروتئین (۴۰ درصد) و انرژی (۱۸ مگاژول در کیلوگرم) یکسان بودند. جیره‌های حاوی کولین تأثیر معناداری بر افزایش وزن، ضریب تبدیل غذا، ضریب رشد ویژه و نسبت بازده پروتئین گذاشت. بهترین شاخص‌ها در ماهیان تغذیه شده از جیره حاوی ۲ و ۸ گرم در کیلوگرم کولین مشاهده شد ($p < 0/05$). چربی لاشه ماهیان تغذیه شده از جیره حاوی ۲ و ۴ گرم کولین در کیلوگرم بیشتر از تیمار شاهد بود ($p < 0/05$)، ولی اختلاف معناداری در پروتئین لاشه مشاهده نشد ($p > 0/05$). چربی پلاسما و کبد، کلسترول، تری‌گلیسرید و فسفولیپید با افزایش سطوح کولین روندی افزایشی را نشان داد، اما فاقد اختلاف معنادار بود ($p > 0/05$). با توجه به نتایج، پیشنهاد می‌شود که به جیره تجاری بچه تاس‌ماهی سیبری به‌میزان ۲ گرم در کیلوگرم کولین اضافه گردد.

کلید واژگان: تاس‌ماهی سیبری، کولین کلراید، شاخص‌های رشد، ترکیب لاشه، شاخص‌های خونی

مقدمه

تولید ماهیان خاویاری در کشور به سرعت رو به توسعه است. در حال حاضر، ۴۸ مزرعه پرورش تاس ماهیان با ظرفیت ۲۶۷۰ تن گوشت در کشور وجود دارد و موافقتنامه‌های اصولی متعددی در خصوص ایجاد پایلوت پرورش ماهیان خاویاری با استان‌های مختلف در جریان است. گونه‌های پرورشی عمده در این مراکز فیل ماهی، تاس ماهی سیبری و شیپ هستند (Yazdani et al., 2011). در میان گونه‌های پرورشی، تاس ماهی سیبری به دلیل رشد سریع، بلوغ جنسی کوتاه مدت و دارا بودن محدوده گسترده‌ای از عادات غذایی کاندیدی مناسبی برای پرورش تجاری ماهیان خاویاری در کشور به شمار می‌آیند که بیشتر در حوضچه‌های فایبرگلاس و یا بتونی با تراکم بالا صورت می‌گیرد (Yazdani et al., 2012). یکی از اهداف تولیدکنندگان برای رسیدن به صرفه اقتصادی، کاهش مرگ و میر و تلفات بچه ماهیان، بالا بردن سرعت رشد و تولید بیشتر در واحد سطح است. بنابراین ارائه یک جیره غذایی مناسب و تعادل میکروالمان‌های آن در افزایش بازده تولید نقشی اساسی دارد (Jalali, 1993).

ماهیان مانند دیگر مهره‌داران به دلیل فلور باکتریایی روده خود نمی‌توانند مقادیر بسیار زیادی از ویتامین‌های مورد نیاز خود را از طریق بیوسنتز تأمین کنند، بدین ترتیب در ماهیان پرورشی مقادیر کافی ویتامین باید از طریق غذای روزانه وارد بدن آنها گردد (Halver, 1989). از سوی دیگر، بررسی کیفیت پرورش ماهی در ایران نشان داده است که تغذیه اصولی و کامل ماهیان پرورشی، به‌ویژه در گونه‌هایی که احتیاجات غذایی خود را تنها از طریق غذای مصنوعی به دست می‌آورند، به مقدار و دوز بهینه ویتامین‌های به‌کاررفته در جیره غذایی

بستگی دارد (Afshar Mazandaran, 2001). کمبود و یا اضافه بودن هر یک از این ویتامین‌ها علائم خاص خود را در ماهیان نشان می‌دهد و موجب کمبود رشد و کاهش قدرت دفاعی سیستم ایمنی بدن می‌گردد و استعداد ماهیان را برای ابتلا به بیماری‌های غیرعفونی و عفونی افزایش می‌دهد (Halver, 1989). با این وجود، تحقیقات درباره تعیین نیازمندی تاس ماهیان به ویتامین‌های مختلف اندک است، نیازمندی سه ویتامین (کولین، ویتامین C و ویتامین E) به ترتیب در گونه‌های تاس ماهی سفید (*Acipenser transmontanus*) (Hung, 1989)، تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) (Moreau et al., 1996) و تاس ماهی دریاچه‌ای (*Acipenser fulvescens*) (Moreau et al., 1996a,b) تعیین شده است. Falahatkar و همکاران (۲۰۰۶) توصیه نمودند که ۰/۲ گرم در کیلوگرم ویتامین C برای رشد فیل ماهی در هفته‌های آغازین زندگی مورد نیاز است.

یکی از ویتامین‌هایی که در سلامت بسیاری از مهره‌داران و آبزیان نقشی اساسی دارد، کولین است (NRC, 198). کولین در آبزیان منبع گروه‌های متیل بوده که در واکنش‌های متیل ترانس متیلاسیون دخیل هستند و همچنین به شکل فسفاتیدیل کولین، نقش ساختاری مهمی در غشاهای طبیعی و به شکل استیل کولین کارکردهای مهمی به‌عنوان یک انتقال‌دهنده عصبی دارد. همچنین کولین یک عامل لیپوتروپیک و ضد خون‌ریزی است که وجود آن برای دستیابی به رشد و ضریب تبدیل غذایی مناسب در ماهیان لازم است (Ketola, 1976). سنتز کولین در داخل بدن آبزیان امکان‌پذیر است، ولی از لحاظ سرعت آن‌قدر آهسته است که مقادیر سنتز شده اهمیت زیست‌شناختی ندارد و در

مواد و روشها

الف: فرموله کردن جیره غذایی

فرمولاسیون جیره‌های غذایی در جدول ۱ ارائه شده است. فرمولاسیون جیره غذایی مشابه فرمولاسیون Hung (۱۹۸۹) بود که با آن تاس ماهی سفید را تغذیه کرده بودند. کازئین عاری از ویتامین (Sigma Chemical Co., Germany) و گلوتن گندم (Behpack industry, Iran, Mashhad) به نسبت ۱:۳ به عنوان منبع پروتئین به کار گرفته شد. روغن آفتابگردان و روغن کیکلا (Industry Fish Meal Khazar) به نسبت مساوی ۱:۱ به عنوان منبع چربی و دکسترین (Glougosan industry, Iran, Ghazvin) به عنوان منبع کربوهیدرات به کار رفت. پرمیکس ویتامینی عاری از کولین کلراید، پرمیکس ویتامینی عاری از متیونین و کولین کلراید با خلوص ۶۲ درصد از شرکت سیانس تهیه شد.

برای ساخت غذا ابتدا اجزای درشت (کازئین، گلوتن گندم و دکسترین) در دستگاه آسیاب (Damicar Co., Tehran, Iran)، آسیاب و سپس با اجزای تر (شامل روغن ماهی و روغن گیاهی) مخلوط و با آسیاب مزبور به خوبی هم زده شد. سپس اجزای خرد غذا (پرمیکس ویتامین، معدنی و ال-کارنتین) با یک همزن برقی مخلوط (Pooya Nootash Machenery Co, Mashhad) و با مخلوط قبلی اضافه و آسیاب گردید. سپس کولین کلراید در مقادیر مورد نیاز در یک لیتر آب مقطر محلول و به مخلوط قبلی اضافه و به خوبی با یک همزن مکانیکی هم زده شد. سپس با استفاده از دستگاه پلت زن (California Pellet Mill Co Sanfranciso, CA) با توجه به اندازه دهان ماهی به قطر ۲ میلی‌متر تبدیل شد. یک ساعت پیش از توزیع غذا در وان‌ها، جیره‌های ساخته شده از فریزر خارج و در دمای اتاق نگهداری و به ماهیان داده شد.

بسیاری از آبزیان کمبود کولین در جیره غذایی موجب بی‌اشتهایی و کاهش رشد و بقای کم می‌شود (Willson and Poe, 1988; Hung, 1989; Zhang and Wilson, 1999).

فزل‌آلای دریاچه‌ای تغذیه شده با رژیم غذایی فاقد مکمل کولین به کندی رشد نمود و دارای کبد پرچرب بود (Ketola, 1976). مارماهی ژاپنی تغذیه شده با مقادیر ناکافی کولین اشتهای خود را از دست داده و شاخص‌های رشد آن کاهش یافت (Arai et al., 1971). همچنین بر اساس شاخص‌های روند رشد، درصد بقا و ترکیب بدن لاروهای تغذیه شده با سطوح مختلف کولین کلراید و لستین، Poston در سال ۱۹۹۱ به این نتیجه رسیدند که باید در جیره غذایی لارو *Salmo salar* حدود ۰/۴۳ تا ۱/۳ گرم در کیلوگرم کولین وجود داشته باشد. همچنین وجود ۱/۷ تا ۳/۲ گرم در کیلوگرم کولین در جیره غذایی بچه تاس ماهی سفید (*Acipenser transmontanus*) ضروری بود (Hung, 1989).

در حال حاضر منبع جامعی درباره کمیته کولین در جیره غذایی وجود تاس ماهیان تجاری کشور وجود ندارد و مقادیر اضافه شده کولین به جیره غذایی این گونه‌ها بر اساس منابع ارائه شده در گونه‌های سردابی است و چه بسا برای اطمینان از عدم کمبود کولین در جیره غذایی، اگر مقادیر اضافه شده کولین به جیره غذایی بیش از حد نیاز ماهی باشد، هزینه تولید غذا افزایش می‌یابد.

این آزمایش برای تعیین نیازمندی تاس ماهی سبیری به کولین (کولین کلراید) برای توسعه جیره تجاری و تأثیر آن بر شاخص‌های رشد، ترکیب لاشه، شاخص‌های هماتولوژیک و چربی کبد این گونه صورت گرفته است.

جدول ۱ فرمولاسیون و ترکیب شیمیایی جیره های آزمایشی حاوی سطوح مختلف کولین کلراید

تیمار ۳	تیمار ۲	تیمار ۱	تیمار شاهد	جیره غذایی
اجزای غذایی				
۳۵۰	۳۵۰	۳۵۰	۳۵۰	کازئین
۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	گلوتن گندم
۲۶۰	۲۶۰	۲۶۰	۲۶۰	دکسترین
۷۵	۷۵	۷۵	۷۵	روغن سویا
۷۵	۷۵	۷۵	۷۵	روغن ماهی
۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	پرمیکس ویتامینی ^۲
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	پرمیکس معدنی ^۳
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	لیزین
۸	۴	۲	۰	کولین کلراید
۲	۶	۸	۱۰	سلولز
۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	جمع کل
ترکیب شیمیایی				
۸۷	۸۶	۸۶	۸۵	ماده خشک (درصد)
۴۰/۸	۴۱	۴۰/۵	۴۰/۹۴	پروتئین خام (درصد)
۱۰/۴	۱۰/۵	۹/۵	۱۰	چربی خام (درصد)
۳/۵	۳/۵	۳/۲	۳/۷۵	خاکستر (درصد)
۱۸/۰۳	۱۸/۱	۱۷/۶۷	۱۷/۹	انرژی کل (مگاژول در کیلوگرم)

۳- پرمیکس معدنی (بر حسب میلی گرم یا گرم در کیلوگرم): کربنات کلسیم ۴۰ درصد ۲/۱۵ گرم در کیلوگرم، اکسید منیزیوم ۱/۲۴ گرم در کیلوگرم، سترات فریک ۰/۲ گرم در کیلوگرم، یدید پتاسیم ۰/۴ میلی گرم در کیلوگرم، سولفات روی ۰/۴ میلی گرم در کیلوگرم، سولفات مس ۰/۳ گرم در کیلوگرم، سولفات منگنز ۰/۳ گرم در کیلوگرم، کلسیم فسفات دو ظرفیتی ۵ گرم در کیلوگرم، سولفات کبالت ۲ میلی گرم در کیلوگرم، سلنیت سدیم ۳ میلی گرم در کیلوگرم، کلرید پتاسیم ۰/۹ گرم در کیلوگرم، کلرید سدیم ۰/۴ گرم در کیلوگرم.

۱- تیمار شاهد، ۱، ۲ و ۳ به ترتیب دارای مقادیر ۰، ۱/۵، ۳/۵ و ۷ گرم در کیلوگرم جیره کولین بودند.
 ۲- ویتامین پرمیکس (بر حسب IU یا میلی گرم در کیلوگرم): د-ال-آلفا توکوفرول استات ۶۰ IU. یو، د-ال-کولکلسیفرول ۳۰۰۰ IU. تیامین ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم، ریبوفلاوین ۳۰ میلی گرم در کیلوگرم، پیرویدوکسین ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم، ویتامین B12 ۰/۰۵ میلی گرم در کیلوگرم، نیکوتینیک اسید ۱۷۵ میلی گرم در کیلوگرم، اسید فولیک ۵ میلی گرم در کیلوگرم، اسید اسکوربیک ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم، اینوسیتول ۱۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم، بیوتین ۲/۵ میلی گرم در کیلوگرم، کلسیم پنتوتئات ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم.

ب: اجرای آزمایش

از بچه تاس ماهی سیبری که از تکثیر مولدین پرورش یافته در مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاس ماهیان دریای خزر به دست آمده بود، استفاده شد. ۱۵۰ عدد بچه ماهی انگشت قد (با متوسط وزن 2 ± 32 گرم) در ۱۲ وان فایبرگلاس مدور (قطر ۵۳ سانتی‌متر، حجم آب ۵۰۰ لیتر و جریان آب $4/75$ لیتر در دقیقه) ذخیره و به مدت ۱۰ روز با جیره‌ای حاوی ۴۰ درصد پروتئین و ۱۰ درصد چربی تغذیه شدند. پس از وفق دادن، تعداد ماهیان در هر وان به ۱۰ عدد کاهش یافت. بیوماس کل ماهیان در وان‌های پرورشی $67/67 \pm 37/67$ گرم بود و در شاخص وزن میان تیمارهای مختلف اختلاف معناداری مشاهده نگردید ($p > 0.05$). ماهیان تا حد اشباع دوبار در روز به صورت دستی به مدت ۱۲ هفته تغذیه شدند. شاخص‌های کیفی آب (اکسیژن، درجه حرارت و pH) روزانه اندازه‌گیری شد. هر ۳۰ روز یکبار ماهیان به‌طور انفرادی وزن و مقدار غذادهی برای ۳۰ روز بعد تنظیم می‌شد. در انتهای دوره تغذیه ۳۰ درصد جمعیت ماهیان هر وان انتخاب و کبد آن‌ها برداشته، هموزن و برای اندازه‌گیری چربی کبد فریز و به آزمایشگاه منتقل گردید. همچنین لاشه ماهیان در یک همزن مخلوط، هموزن و برای تعیین میزان پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت در تیمارهای مختلف به آزمایشگاه ارسال شد. از ۳۰ درصد جمعیت ماهیان پس از گذشت ۲۴ ساعت از زمان قطع تغذیه با استفاده از سرنگ‌های ۲ سی‌سی از باله دمی خونگیری، نمونه‌های خون به تیوب‌های اپندروف آغشته به ماده ضد انعقاد خون (هپارین) ریخته و به آزمایشگاه فیزیولوژی مؤسسه منتقل و با ماده ضد انعقاد هپارین به‌وسیله سانتریفوژ (مدل Labofuge ساخت شرکت Heraeus sepatch آلمان)، با دور ۳۰۰۰ در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شد تا سرم خون جدا گردد. در ادامه میزان کلسترول و تری‌گلیسرید، فسفولیپید و توتال پروتئین

سرم خون با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون بروش کالریمتریک با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل 6505 - UV/VIS، شرکت Jenway، ساخت انگلیس) و کیت پارس آزمون، با طول موج ۵۴۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. نمونه‌های ۵۰ گرمی از جیره‌های ساخته شده بلافاصله فریز و برای تعیین غلظت کولین کلراید و میزان متیونین جیره به مؤسسه بیوتکنولوژی کرج (ABRII) فرستاده شد. میزان غلظت واقعی کولین در جیره‌های غذایی با استفاده از دستگاه HPLC مدل Knauer بروش اسپکتروفتومتری تعیین گردید. غلظت کولین به ترتیب ۰، ۱۵۴۸، ۳۴۸۰ و ۶۷۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره برآورد شد که به اختصار در جداول و متن به نام‌های ۰، ۱/۵، ۳/۵ و ۷ گرم در کیلوگرم معرفی شده‌اند. شاخص‌های رشد و کارایی غذا در ماهیان به‌وسیله شاخص‌های افزایش وزن (WG)، ضریب چاقی (CF)، ضریب رشد ویژه (SGR)، نسبت بازده پروتئین (PER)، ضریب تبدیل غذا (FCR) و شاخص هپاتوسوماتیک (HSI) با استفاده از فرمول‌های زیر بررسی شد:

$$\%BWI = 100 \times (Bwf - BWi) / BWi \quad (\text{Hung, 1989})$$

متوسط وزن اولیه (گرم) = BWI

متوسط وزن نهایی (سانتی‌متر) = BWF

$$= (BWF / TL^3) \times 100 \quad (\text{Martinez- Liones et al., 2007})$$

K شاخص وضعیت (درصد)

متوسط وزن نهایی (گرم) = BWF

طول کل (سانتی‌متر) = TL

$$S.G.R = (\ln Wt - \ln W0) / t \times 100 \quad (\text{Ronyai et al., 1990})$$

ضریب رشد ویژه

میانگین بیوماس اولیه (گرم) = W0

میانگین بیوماس نهایی (گرم) = Wt

دوره زمانی (روز) = T

طول موج Excitation: ۳۳۰ نانومتر، طول موج Emmission ۴۵۰ نانومتر) تنظیم و Flow Rate: 1.1ml/in و Run Time: 25 min بود. داده‌های اولیه در نرم‌افزار Excel به‌عنوان بانک اطلاعاتی ذخیره شدند، تمام اطلاعات و داده‌ها پس از ثبت در بانک اطلاعاتی با آنالیز واریانس یکطرفه و آزمون جداساز دانکن با استفاده از نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل شد و وجود یا عدم وجود اختلاف معنادار در سطح ($p < 0.05$) تعیین گردید.

نتایج

الف: شاخص‌های رشد

عملکرد رشد تاس ماهی سیبری تغذیه شده با جیره‌های حاوی مقادیر مختلف کولین در جدول ۲ ارائه شده است. پس از ۱۲ هفته تغذیه، ماهیان تغذیه شده از جیره شاهد به‌طور معناداری عملکرد رشد کمتری (وزن نهایی، افزایش وزن و ضریب رشد ویژه) نسبت به ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۱/۵، ۳/۵ و ۷ گرم در کیلوگرم کولین کلراید داشتند ($p < 0.05$). وزن نهایی و افزایش وزن ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۱/۵ و ۷ گرم در کیلوگرم به‌طور معناداری بیشتر از ماهیان تغذیه شده از جیره بدون کولین بود ($p < 0.05$). کولین کلراید جیره به‌طور معناداری موجب افزایش ضریب رشد ویژه ماهیان در مقایسه با تیمار شاهد شد، همچنین ماهیان تغذیه از جیره حاوی ۷ گرم در کیلوگرم کولین جیره به‌طور معناداری ضریب تبدیل غذایی کمتری نسبت به تیمار شاهد دارا بودند و نسبت بازده پروتئین در ماهیانی که به‌ترتیب از ۷ و ۱/۵ گرم در کیلوگرم کولین تغذیه نموده بودند، به‌طور معناداری بالاتر از ماهیانی بود که با جیره بدون کولین تغذیه شده بودند ($p < 0.05$).

PER نسبت بازده پروتئین = $(Bwf-Bwi)/protein$ intake (Xue et al., 2006)

متوسط وزن اولیه (گرم) = BWI

متوسط وزن نهایی (گرم) = BWF

کل پروتئین مصرفی هر ماهی (گرم): Protein intake

F.C.R = $F/(Wt-W0)$ (Abdelghany & Ahmad, 2002)

ضریب تبدیل غذا

مقدار غذای مصرف شده به‌وسیله ماهی = F

میانگین بیوماس نهایی (گرم) = Wt

HSI = $(Liver.weight/body.weight) \times 100$ (Hillestad et al., 2001)

وزن کبد (گرم) = Liver weight

وزن بدن (گرم) = body weight

ترکیب شیمیایی جیره و مواد غذایی با روش‌های استاندارد تعیین کیفیت مواد غذایی (AOAC, 1990) تعیین شد. بر این اساس ماده خشک با سوزاندن در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت، پروتئین خام با استفاده از روش کجلدال، چربی خام با استخراج چربی بروش سوکسله و خاکستر با سوزاندن در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد و چربی کل کبد با استخراج متانول کلروفروم (Folch et al., 1957) در استخراج کننده سوکسله اندازه‌گیری شد. میزان غلظت واقعی کولین در جیره‌های غذایی با استفاده از دستگاه HPLC مدل (HPLC, Knauer) (model, Made in Germany) بر اساس روش Koros و همکاران (۲۰۰۷) با کمی تغییرات استخراج و شناسایی شد. به‌طوری‌که ستون اندازه‌گیری از نوع HALOC₁₈ در ۵ سانتی‌متری، دکتور فلئوئورسانس در

تأثیر سطوح مختلف کولین بر روند رشد ... یزدانی ساداتی و همکاران

جدول ۲ تأثیر جیره‌های حاوی کولین بر شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذای تاس‌ماهی سبیری (*Acipenser baerii*) در یک دوره ۱۲ هفته‌ای

جیره‌های غذایی	وزن اولیه (گرم)	وزن نهایی (گرم)	درصد افزایش وزن ^۱	ضریب رشد ویژه (درصد/روز) ^۲	ضریب تبدیل غذا ^۳	نسبت بازده پروتئین ^۴
۰	۳۸/۱ ± ۰/۴۳	۱۶۸/۷ ± ۹/۶۳ ^b	۳۴۲/۸۸ ± ۲۸/۴۸ ^b	۱/۷۲ ± ۰/۰۷ ^b	۱/۷۳ ± ۰/۰۱۴ ^a	۱/۳۴ ± ۰/۰۱۱ ^b
۱/۵ گرم در کیلوگرم کولین کلراید	۳۷/۶۲ ± ۰/۰۵۷	۱۹۰/۳۶ ± ۶/۲۹ ^a	۴۰۶/۲۰ ± ۲۲/۸۱ ^a	۱/۸۸ ± ۰/۰۵ ^a	۱/۵۷ ± ۰/۰۳ ^{ab}	۱/۵۲ ± ۰/۰۳۶ ^a
۳/۵ گرم در کیلوگرم کولین کلراید	۳۷/۰۲ ± ۰/۰۸۸	۱۷۸/۲۵ ± ۵/۹۲ ^{ab}	۳۸۱/۴ ± ۵/۵۸ ^a	۱/۸۲ ± ۰/۰۱ ^a	۱/۶۳ ± ۰/۰۶ ^{ab}	۱/۴۲ ± ۰/۰۵ ^{ab}
۷ گرم در کیلوگرم کولین کلراید	۳۷/۹۵ ± ۰/۳۹	۱۸۸/۰۶ ± ۲/۹۸ ^a	۳۹۵/۴۷ ± ۱۱/۱۳ ^a	۱/۸۶ ± ۰/۰۲ ^a	۱/۵۳ ± ۰/۰۳ ^{ab}	۱/۵۱ ± ۰/۰۴ ^a

میانگین ± S.E.، اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معناداری دارند (p<۰/۰۵).

۱) افزایش وزن (درصد) = وزن اولیه / (وزن اولیه - وزن نهایی) × ۱۰۰

۲) ضریب رشد ویژه (درصد/روز) = لگاریتم بیوماس نهایی - لگاریتم بیوماس اولیه / (طول مدت پرورش (روز) × ۱۰۰)

۳) ضریب تبدیل غذا = غذای خورده شده / افزایش وزن

۴) نسبت بازده پروتئین = میزان افزایش وزن / پروتئین خورده شده

ب: ترکیب لاشه و شاخص‌های بیوشیمیایی

پروتئین و خاکستر لاشه تاس‌ماهی سبیری حدود ۱۶/۴۸-۱۵/۵ و ۱/۷۲-۱/۸۸ درصد ماده خشک بود، اما اختلاف معناداری در این شاخص‌ها مشاهده نشد (p>۰/۰۵). شاخص هپاتوسوماتیک در ماهیان تیمار شاهد بیش از دیگر گروه‌ها بود، اما اختلاف معناداری با گروه‌های دیگر نداشت (p>۰/۰۵).

ترکیب شیمیایی بدن تاس‌ماهیان تغذیه شده از جیره‌های مختلف آزمایشی در جدول ۳ ارائه شده است. تاس‌ماهی سبیری تغذیه شده با سطوح بالا رونده ۱/۵ و ۳/۵ میلی‌گرم کولین کلراید بیشترین چربی بدن را دارا بودند که به‌طور معناداری از جیره شاهد بیشتر بود (p<۰/۰۵).

جدول ۳ تأثیر جیره حاوی سطوح مختلف کولین کلراید بر ترکیب شیمیایی لاشه تاس‌ماهی سبیری (*Acipenser baerii*) در یک دوره ۱۲ هفته‌ای

جیره‌های غذایی	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	رطوبت (درصد)	خاکستر (درصد)	شاخص هپاتوسوماتیک ^۱ (درصد)
۰	۱۵/۵ ± ۰/۳۷	۷/۸۲ ± ۰/۰۴۳ ^b	۷۳/۹ ± ۱/۴	۱/۷۲ ± ۰/۰۷	۴/۲۸ ± ۰/۰۱۴
۱/۵ گرم در کیلوگرم کولین کلراید	۱۶/۴۸ ± ۰/۸۷	۹/۰۳ ± ۰/۳۸ ^a	۷۱/۶۲ ± ۱/۳۸	۱/۸۸ ± ۰/۰۵	۳/۵۶ ± ۰/۰۰۳
۳/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم کولین کلراید	۱۶/۳۵ ± ۰/۲۱	۹/۴۷ ± ۰/۵۳ ^a	۷۲/۰۵ ± ۰/۲۴	۱/۸۲ ± ۰/۰۱	۳/۸۵ ± ۰/۰۰۷
۷ میلی‌گرم در کیلوگرم کولین کلراید	۱۵/۸ ± ۰/۵۶	۸/۶ ± ۰/۷ ^{ab}	۷۲/۹۸ ± ۰/۹۸	۱/۸۶ ± ۰/۰۲	۳/۷۲ ± ۰/۰۰۱

میانگین ± S.E.، اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معنادار دارند (p<۰/۰۵).

۱. ۱۰۰ × (وزن بدن / وزن کبد) = (% شاخص هپاتوسوماتیک)

ج: شاخص‌های خونی و چربی کبد

کیلوگرم کولین بیشترین مقدار کلسترول و لیپید پلاسما را دارا بودند. میزان فسفولیپید در ماهیان تغذیه شده از جیره حاوی ۳/۵ میلی‌گرم کولین کلراید بیشتر بود، اما اختلاف معناداری در این تیمار و ماهیان تیمارهای ۰، ۱/۵ و ۷ گرم در کیلوگرم کولین کلراید مشاهده نشد. بیشترین مقدار تری‌گلیسرید در خون ماهیان تغذیه شده از جیره حاوی ۷ و ۱/۵ میلی‌گرم کولین مشاهده شد ($p > 0.05$).

جدول ۴ شاخص‌های خونی کلسترول، تری‌گلیسرید، فسفولیپید و چربی) ماهیان تغذیه شده از جیره‌های آزمایشی را نشان می‌دهد. با افزایش کولین در جیره کلسترول و لیپید نیز روند افزایشی را نشان داد، اما اختلاف معناداری در تیمارهای مختلف مشاهده نشد ($p > 0.05$). ماهیان تغذیه شده از جیره حاوی ۳/۵ و ۷ گرم

جدول ۴ تأثیر جیره حاوی سطوح مختلف کولین کلراید بر شاخص‌های بیوشیمیایی خون و چربی کبد تاس‌ماهی سبیری (*Acipenser baerii*) در یک دوره ۱۲ هفته‌ای

لیپید کبد (گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک)	لیپید کل (میلی‌گرم / دسی‌لیتر)	فسفولیپید (میلی‌گرم / دسی‌لیتر)	تری‌گلیسرید (میلی‌گرم / دسی‌لیتر)	کلسترول (میلی‌گرم / دسی‌لیتر)	جیره‌های غذایی
$34/1 \pm 4/5^a$	$1012/33 \pm 134/06^a$	$122/33 \pm 22/56^a$	$675/2 \pm 88/36^a$	$109/8 \pm 20/9^a$	۰
$28/4 \pm 3/38^a$	$1274/33 \pm 206/33^a$	$136/66 \pm 22/16^a$	$874/00 \pm 148/24^a$	$118/3 \pm 19/06^a$	۱/۵ گرم در کیلوگرم کولین کلراید
$31/5 \pm 4/15^a$	$1280/33 \pm 459/19^a$	$150/6 \pm 51/66^a$	$866/00 \pm 318/31^a$	$126/33 \pm 41/25^a$	۳/۵ گرم در کیلوگرم کولین کلراید
$26/5 \pm 2/5^a$	$1351/33 \pm 267/87^a$	$149/00 \pm 28/69^a$	$930/66 \pm 194/11^a$	$132/66 \pm 23/2^a$	۷ گرم در کیلوگرم کولین کلراید

میانگین \pm S.E. اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معناداری دارند ($p < 0.05$).

بحث

همکاران در سال ۱۹۷۰ گزارش دادند که احتمالاً متیونین موجود در کازئین می‌تواند در کولین مورد نیاز کپور صرفه‌جویی کند. متأسفانه در حال حاضر اطلاعات کافی درباره نیاز تاس‌ماهیان به متیونین وجود ندارد، بنابراین در این مطالعه چهار جیره نیمه خالص مشابه با جیره Hung (۱۹۸۹) تهیه شد که در آن اثر صرفه‌جویی کنندگی متیونین به‌وسیله کولین با استفاده از پرمیکس ویتامین فاقد متیونین به حداقل رسیده بود، علاوه بر آن جیره تهیه شده لستین نداشته و مقادیر اندازه‌گیری شده متیونین در جیره پایین بود (۰/۲ گرم در ۱۰۰ گرم جیره).

وقتی باس راه راه *Monrone saxatilis x M.chryrops* با جیره خالص حاوی مقادیر کم آمینواسیدهای سولفور

کولین شبه ویتامینی برای آبزبان ضروری است و از آن به‌عنوان انتقال‌دهنده چربی و عامل جلوگیری‌کننده از رسوب چربی در کبد یاد می‌شود و اجزای آن فسفاتیدیل کولین و استیل کولین است (Griffin et al., 1994). همچنین کولین به‌عنوان یک دهنده متیل عمل کرده و یکی از ترکیبات لستین و استیل کولین در جانوران به‌شمار می‌آید (NRC, 1993). اگر دهنده‌های متیل مانند متیونین و لستین به مقدار کافی در جیره موجود باشند، بسیاری از جانوران می‌توانند آن را سنتز کنند، اما گونه‌های بسیاری از آبزبان قادر به سنتز کولین تا حد رفع نیازهای متابولیک خود نمی‌باشند (Wilson and Poe, 1988). Ogino و

شدید ماهیان به دلیل کل آلودگی آب در چند مورد نسبت داد. مطالعات کمی در این زمینه صورت گرفته است اما پاره‌ای از گزارش‌ها دلالت بر آن دارند که تغییرات محیطی در متابولیسم کربن و سنتز کولین در آبزیان تأثیرگذار است (Mai et al., 2009).

میزان چربی بدن به طور معناداری از کولین جیره تأثیر پذیرفت. تاس ماهی سیبری تغذیه شده با سطوح بالا رنده کولین به میزان ۱/۵ و ۳/۵ گرم در کیلوگرم بیشترین چربی لاشه را دارا بودند که به طور معناداری از تیمار شاهد بیشتر بود ($p < 0.05$). نتایج حاضر همسو با نتایج Tiwbell و Brown (۱۹۹۹) بود که بیان کرده بودند کولین جیره به طور معناداری بر ترکیب لاشه سوف (*Perca flavescens*) تأثیرگذار بوده، به گونه‌ای که چربی لاشه به طور معناداری در تیمارهای مختلف متفاوت و با افزایش کولین در جیره افزایش می‌یافت. نتایج مشابهی از تاس ماهی سفید (Hung, 1988)، ماهی آزاد اطلس (Poston, 1990) و قزل‌آلای رنگین کمان (Poston 1991) گزارش شده است، اما نتایج تحقیق حاضر با نتایج Mai و همکاران در سال ۲۰۰۹ که بیان داشته بودند که اختلاف معناداری در چربی لاشه ماهی *Rachycentron canadum* تغذیه شده با سطوح مختلف کولین مشاهده نشده است، مغایرت دارد.

در تحقیق حاضر سطوح کلسترول، تری گلیسرید، فسفولیپید و لیپید پلازما با افزایش کولین در جیره افزایش یافت، هر چند که این افزایش معنادار نبود. Hung (۱۹۸۸) بیان کرد که شاخص‌های فوق با افزایش کولین کلراید در جیره افزایش می‌یابد و سطوح پایین چربی پلازما نشان‌دهنده نقص در سنتز لیپوپروتئین‌ها در کبد است که منجر به جلوگیری از آزاد شدن تری گلیسرول کبد به خون می‌شود. همچنین Lombardi (۱۹۷۱) بیان نمود که کبد پرچرب ایجاد شده در حیوانات خشک‌زی محروم از

متیونین و سیستئین) تغذیه شدند، نیاز شدیدی را به کولین نشان داد که علائم آن به صورت کاهش رشد و ضریب تبدیل غذا مشاهده شد (Griffin, 1994)، علاوه بر آن در قزل‌آلای رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) (McLaren et al., 1947) و کپور (*Cyprinus carpio*) (Ogino et al., 1970) کمبود کولین موجب کاهش رشد شد. نتایج تحقیقات دیگر نیز نشان داد که کمبود کولین موجب تحت فشار قرار گرفتن تغذیه، کمبود رشد و کاهش بقا در تاس ماهی سفید (*Acipenser Ictalurus punctatus*) (Hung, 1989) *transmontanus* و (*Rachycentron canadum*) (Zhang and Wilson, 1999) می‌گردد. در این مطالعه بر اساس شاخص‌های افزایش وزن، ضریب رشد ویژه و کارایی غذا، بچه تاس ماهی سیبری نیاز به کولین برای رشد بهینه و مصرف غذا را نشان دادند، به طوری که افزایش کولین در جیره منجر به افزایش وزن نهایی، افزایش وزن و ضریب رشد ویژه ماهیان گردید.

بیشترین وزن نهایی و کمترین ضریب تبدیل غذا به ترتیب متعلق به ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۱/۵ و ۷ گرم در کیلوگرم کولین بود؛ هرچند که با تیمار ۳/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم اختلاف معناداری نداشتند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که برخلاف پستانداران که می‌توانند نیازهای فیزیولوژیک کولین خود را از بیوسنتز کولین از کبد و یا متیونین اضافه تأمین کنند، تاس ماهی سیبری همانند قزل‌آلای رنگین کمان (Rumsey, 1991) و (*Rachycentron canadum*) (Mai et al., 2009) برای رشد بهینه و ضریب تبدیل غذای مناسب نیاز به کولین در جیره غذایی دارد. همچنین نبود اختلاف معنادار آماری در شاخص‌های رشد بین تیمار ۳/۵ گرم در کیلوگرم کولین با تیمار شاهد را می‌توان به تحت استرس قرار گرفتن

تشکر و قدردانی

نگارندگان کمال تشکر را از آقای دکتر محمد پورکاسمی ریاست وقت مؤسسه را دارند، همچنین مراتب سپاسگزاری خود را از تمام همکاران که به نوعی در انجام پروژه ما را یاری نمودند، به خصوص آقای مهندس هوشنگ یگانه ابراز می‌دارند.

منابع

- Afshar Mazandran, N. 2001.** Nutritive and medicinal load in fish. Noor Bakhsh press. Tehran, Iran. pp. 88. (In Persian)
- Abdelghany, A. E. and Ahmad, H. M. 2002.** Effects of feeding rates on growth and production of Nile tilapia, common carp and silver carp polycultured in fertilized ponds. *Aquaculture Research*, 33: 415-423.
- Arai, S., Nose, T., and Hashimoto, Y. 1971.** A purified test diet for the eel, *Anguilla japonica*. *Bull Freshwater Fish Research Lab (Tokyo)* 21: 161-178.
- Craig, S. R. and Gatlin, D. M. 1996.** Dietary choline requirement of juvenile red drum, *Sciaenops ocellatus*. *Journal of Nutrition*, 126: 1696-1700.
- Falihatkar, B., Soltani, M., Alishahi, A. and Zargar, A. 2006.** Effects of different levels of ascorbic acid on some variables of juvenile great sturgeon, *Huso huso* and immunity indices. *Journal of Veterinary Research*, 62: 343-347.
- Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley, G. H. 1957.** A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226:497-509.
- Griffin, M. E., Wilson, K. A., White, M. R. and Brown, P. B. 1994.** Dietary choline requirement of juvenile hybrid striped bass. *Journal of Nutrition*, 124: 1685-1689.
- Halver, J. E. 1989.** The vitamins. In: Halver, J.E.(ed.). *Fish Nutrition*, 2nd ed. Academic Press. San Diego, California, pp. 32-109.
- Hung, S. O. S. 1989.** Choline requirement of hatchery-produced juvenile white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. *Aquaculture*, 78: 183-194.

کولین به دلیل مشکل در بیوسنتز گلیسرول از کبد و آزاد شدن آن‌ها به وقوع می‌پیوندد. این مشکل منجر به کاهش توانایی نقل و انتقال لیپید از کبد می‌شود که نتیجه آن مقدار چربی کم در سطوح نقل و انتقال و تجمع چربی در کبد است. همچنین نتایج Craig و Galtin (1996) نشان داد که لیپید، کلسترول، تری گلیسرید و فسفاتیدکولین اغلب با افزایش کولین در جیره تا موقعی که به سطوح ۰/۵ تا ۰/۷ گرم در کیلوگرم جیره برسد افزایش می‌یابد. آن‌ها اعتقاد داشتند که فسفاتیدین کولین نقش مهمی در غشای سلولی و سنتز لیپوپروتئین‌ها در کبد دارد و بنابراین غلظت کم فسفاتید کولین در پلاسما ماهیان تغذیه شده از جیره‌ای با کولین کم در کاهش افزایش وزن ماهی سیم قرمز دریایی *Sciaenops ocellatus* در مرحله Juvenile مشارکت دارد. در آزمایش حاضر ماهیان تغذیه شده با جیره فاقد کولین کمترین مقدار پروتئین، کلسترول، تری گلیسرید و فسفولیپید را دارا بودند، علاوه بر آن که کمترین میزان افزایش وزن را داشتند. اما با افزایش پروتئین، کلسترول، تری گلیسرید و فسفولیپید لاشه هر چند که معنادار نبود ($p > 0.05$)، شاخص‌های رشد نیز به‌طور معناداری نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت ($p < 0.05$) که دلالت بر تأثیر مثبت افزودن کولین به جیره غذایی دارد، نتایج مشابهی از Hung (۱۹۸۹) گزارش شده بود که کولین مورد نیاز تاس‌ماهی سفید با وزن ۳۴ گرم را ۱/۷ تا ۳/۲ گرم/کیلوگرم جیره اعلام کرده بود. مکمل‌های کولین در سطوح ۱/۵ و ۷ گرم در کیلوگرم جیره به‌طور معناداری موجب بهبود روند رشد و ضریب تبدیل غذا در تاس‌ماهی سبیری در مقایسه با تیمار شاهد شدند، بنابراین افزودن حداقل ۱/۵ گرم در کیلوگرم جیره کولین به جیره غذایی، آثار مثبتی بر شاخص‌های رشد بچه تاس‌ماهی سبیری داشته و استفاده از آن توصیه می‌شود.

- Poston, H. A. 1990.** Effect of body size on growth, survival and chemical composition of Atlantic salmon fed soy lecithin and choline. *Progressive Fish-Culturist*, 52: 226-230.
- Poston, H. A. 1991.** Choline requirement of swim-up rainbow trout fry. *Progressive Fish-Culturist*, 53: 220-223.
- Ronyai, A., Peteri, A. and Radics, F. 1990.** Cross breeding of sterlet and Lena River's sturgeon. *Aquaculture Hungrica* (Szarwas), 6: 13-18.
- Rumsey, G. L. 1991.** Choline-betaine requirements of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 95: 107-116.
- Twibell, R. G. and Brown, P. B. 2000.** Dietary choline requirement of juvenile yellow perch, *Perca flavescens*. *Journal of Nutrition*, 130: 95-99.
- Wilson, R. P. and Poe, W. E. 1988.** Choline nutrition of fingerling channel catfish. *Aquaculture*, 68: 65-71.
- Xue, M., Luo L., Wu, X., Ren, Z., Gao, P., Yu, Y. and Pearl, G. 2006.** Effects of six alternative lipid sources on growth and tissue fatty acid composition in Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*). *Aquaculture*, 206: 206-214.
- Yazdani, A., Shakorian, M., Pourali, H. M., Sayed Hassani, M. H., Paykaran Man, N. and Yegane, H. 2011.** Extension and rearing of *Huso huso* for production of meat. Final report. *International Sturgeon Research Institute*, p. 57. (In Persian)
- Yazdani, A., Mohseni, A., Pourali, H. M., Shakorian, M., Pourasadi, M., Yousefi, A., Sayed Hassani, M. H. and Paykaram Mana, N. 2012.** Feasibility studied on production brood stocking *Acipenser baerii* in environmental condition Iran. Final Report. *International Sturgeon Research Institute*, p. 254. (In Persian)
- Zeisel, S. H. 1990.** Choline deficiency. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 1: 332-344.
- Zhang, Z. and Wilson, R. P. 1999.** Reevaluation of the choline requirement of fingerling channel catfish, *Ictalurus punctatus* and determination of the availability of choline in common feed ingredients. *Aquaculture*, 180: 89-98.
- Jalali, B. 1993.** Vitamins role in fish nutrition. Fisheries Corporation. Third Edition: 88 p.
- Ketola, H. G. 1976.** Choline metabolism and nutritional requirement of lake Trout, *Salvelinus namaycush*. *Journal of Animal Science*, 43: 474-477.
- Koros, A., Hanczko, R., Jambor, A., Quin, Y., Perl, A. and Molnar-Perl, I. 2007.** Analysis of amino acids and biogenic amines in biological tissue as thier ophthalaldehyde/ ethanethiol /flourenylmethylchloroformate derivatives by high performance liquid chrom atography. Adeproteinization study. *Journal of Chromatography A*, 1149(1): 46-55.
- Lombardi, B. 1971.** Effects of choline deficiency on rat hepatocytes. *Federation proceedings*, 30: 139-142.
- Mai, K., Xiao, L., Ai, Q., Wang, X., Xu, W., Zhang, W., Liufu, Z. and Ren, M. 2009.** Dietary choline requirement for juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, 289: 124-128.
- McLaren, B. A., Keller, E., O'Donnell, D. J. and Elvehjem, C. A., 1947.** The nutrition of rainbow trout. I. Studies of vitamin requirements. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 15: 169-178.
- Moreau, R., Kaushik, S.J. and Dabrowski, K. 1996.** Ascorbic acid status as affected by dietary treatment in the Siberian sturgeon, *Acipenser baerii* Brandt: tissue, concentration, mobilization and L-gulonolactonase activity. *Fish Physiology and Biochemistry*, 15: 431-438.
- Moreau, R., Dabrowski, K., Czesy, S. and Cihla, F. 1999.** Vitamin C A and vitamin E interaction on juvenile lake sturgeon, *Acipenser fulvescens* R., A fish able to synthesise Ascorbic acid. *Journal of Applied Ichthyology*, 15: 250-257.
- Moreau, R., Dabrowski, K. and Sato, P.H. 1999.** Renal L-gulono-1,4-lactone oxidase activity as affected by dietary ascorbic acid in lake sturgeon, *Acipenser fulvescens*. *Aquaculture*, 180: 359-364.
- NRC (National Research Council). 1993.** Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington, DC.
- Ogino, C., Uki, N., Watanabe, T., Iida, Z. and Ando, K. 1970.** Vitamin- B requirements of carp: IV. Requirement for choline. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 36: 1140-1146.



The Effect of Different Levels of Dietary Choline on Growth Rate, Body Composition Blood Indices and Liver Lipid of Juvenile *Acipenser baerii*

Mohammad Ali Yazdani-Sadati^{1*}, Mir Hamed Seyed Hassani², Mahmoud Bahmani³,
Mahmoud Mohseni¹, Mahmoud Shakourian², Hamidreza Pourali², Mohsen Pourasadi⁴

1- Research Assistant Prof., Caspian Sea International Sturgeon Research Institute, Rasht

2- M.Sc. Graduated, Caspian Sea International Sturgeon Research Institute, Rasht

3- Research Associated Prof., Caspian Sea International Sturgeon Research Institute, Rasht

4- Lecturer, Aquaculture Department, Mirzakochkhan Educational Institute, Rasht

Received: 29. 9.2013

Accepted: 4.5.2014

*Corresponding author: myazdanisadati@yahoo.com

Abstract:

A 12-week feeding trial was carried out in 500 L fiberglass tanks to evaluate the effect of dietary choline at 0, 2, 4, and 8 g kg⁻¹ levels on growth rate, body composition and total liver lipid of juvenile *Acipenser baerii* (37.67±0.67 g). A semi purified basal diet was formulated using vitamin free casein and wheat gluten as a protein source, a mixture of animal and plant oils as a lipid source and dextrin as a carbohydrate source. Four isonitrogenous (40% protein) and isoenergetic (18 MJ kg⁻¹) diets were prepared and fed to the fish three times daily to apparent satiation. Weight gain, feed conversion ratio (FCR), specific growth rate (SGR) and protein efficiency ratio (PER) were significantly affected by dietary choline (p<0.05). The best growth performance was observed in fish fed diets containing 2 and 8 g kg⁻¹ choline (p<0.05). Fish fed with 2 and 4 g kg⁻¹ choline showed higher lipid content compared with the control diet (p<0.05), but not significantly different in body protein (p>0.05). Total lipid of liver and plasma, plasma cholesterol, triglyceride and phospholipids levels showed an increasing trend with increasing levels of dietary choline, but not significantly different among treatments (p>0.05). Based on the results, we recommend adding a 1.5 gkg⁻¹ choline to commercial diet of juvenile *Acipenser baerii*.

Keywords: *Acipenser baeri*, Cholin Chloride, Growth Performance, Body Composition, Index Blood